

# La protection phytosanitaire du cotonnier en Afrique



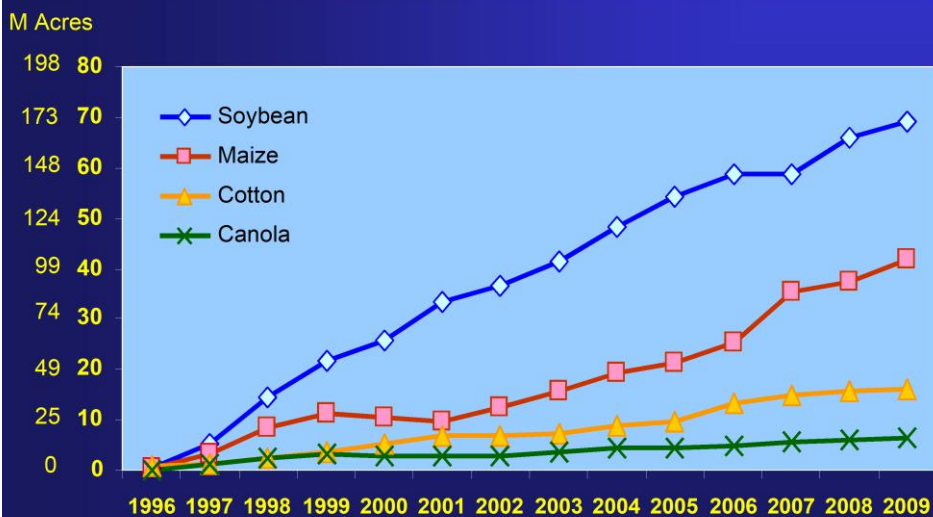
## Cas du coton transgénique (Bt)



Thierry Brévault  
UPR « Systèmes de culture annuels »

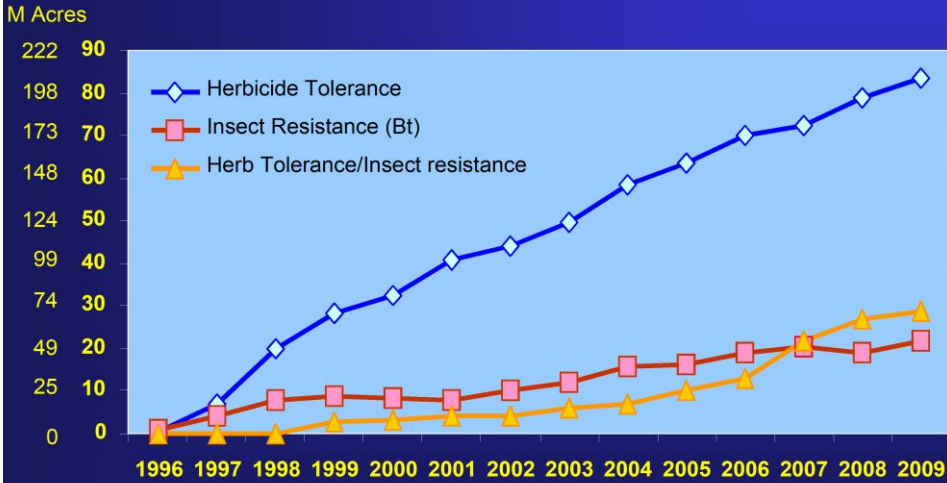
SupAgro 11/02/2011

## Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2009: By Crop (Million Hectares, Million Acres)



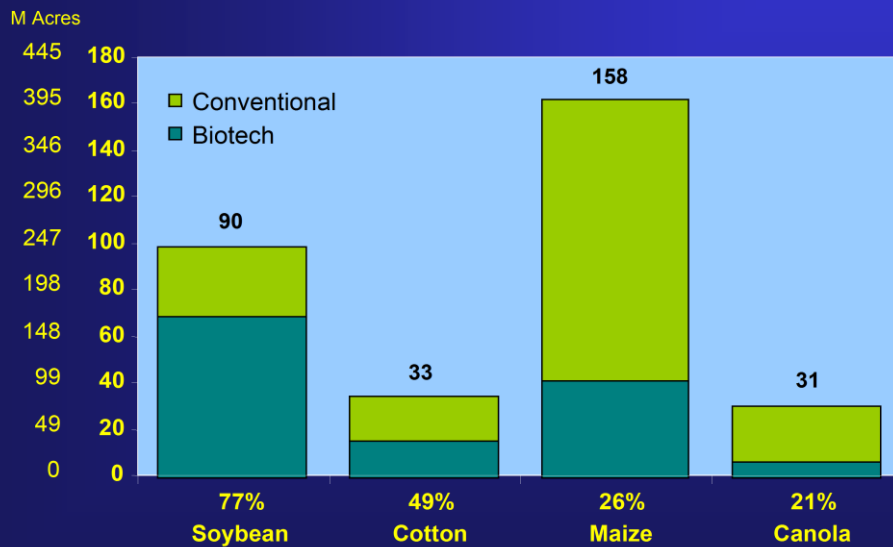
Source: Clive James, 2010

## Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2009: By Trait (Million Hectares, Million Acres)

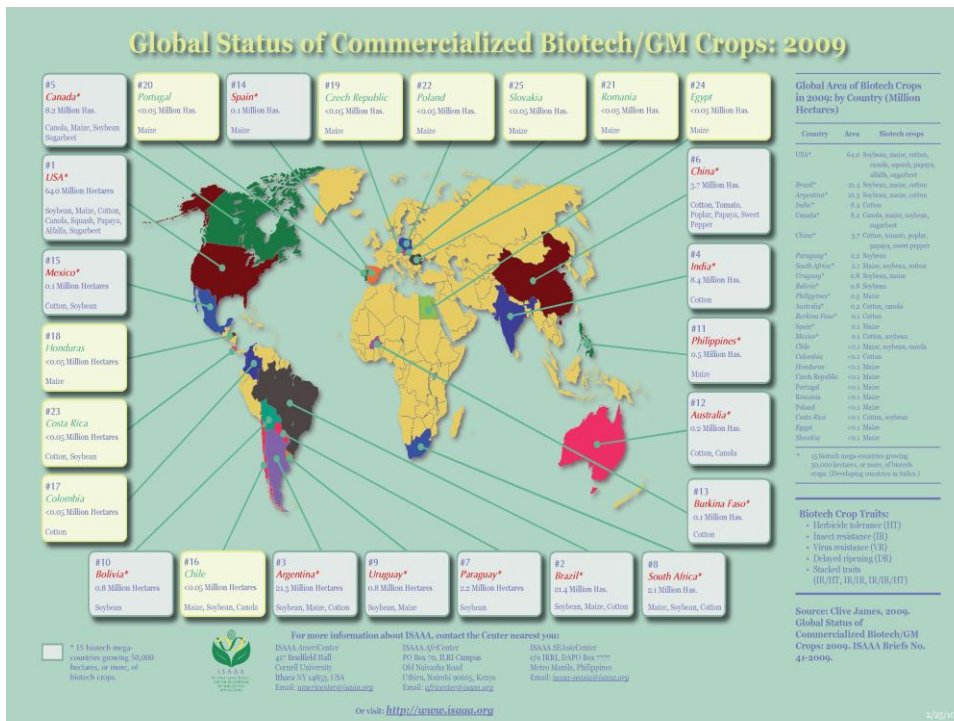


Source: Clive James, 2010

## Global Adoption Rates (%) for Principal Biotech Crops (Million Hectares, Million Acres), 2009



Source: Clive James, 2010

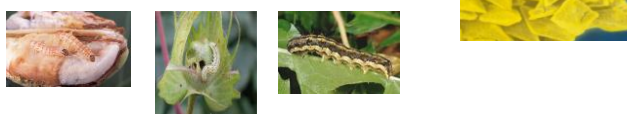


## Cultures transgéniques insecticides

- Introgression d'un ou plusieurs gènes de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt)



- La plante élabore une (ou plusieurs) toxines spécifiques de certains lépidoptères



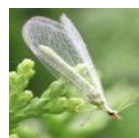
## Cotonniers résistants aux insectes

Toxine(s)	Insectes-cibles	Nom commercial
Cry1Ac (1996)	<i>Helicoverpa</i> spp. / <i>Heliothis virescens</i> <i>Pectinophora gossypiella</i> , <i>Alabama argillacea</i> , <i>Earias</i> spp.	Bollgard <sup>®</sup> , Ingard <sup>®</sup> (Monsanto)
Cry1Ac + Cry2Ab2 (2003)	<i>Helicoverpa</i> spp. / <i>Heliothis virescens</i> <i>Pectinophora gossypiella</i> , <i>A.argillacea</i> + <i>Spodoptera</i> spp.	Bollgard II <sup>®</sup> (Monsanto)
Cry1Ac + Cry1Fa2 (2005)	<i>Helicoverpa</i> spp. / <i>Heliothis virescens</i> <i>Pectinophora gossypiella</i> , <i>A.argillacea</i> + <i>Spodoptera</i> spp.	WideStrike <sup>®</sup> (DowAgrosciences)
Cry1Ab mod +Vip3A* (200..?)	<i>Helicoverpa</i> spp. / <i>Heliothis virescens</i> <i>Pectinophora gossypiella</i> <i>Spodoptera</i> spp., <i>Agrotis ipsilon</i> , ...	VipCot <sup>®</sup> (Syngenta)

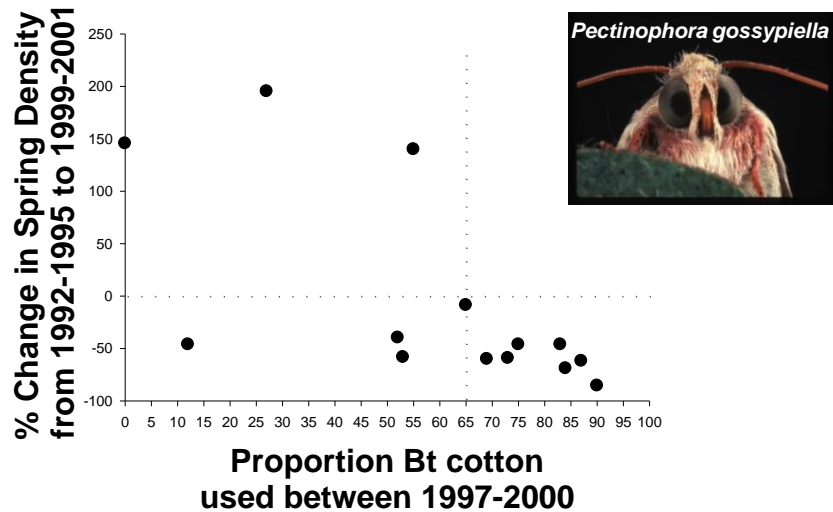
↓ Burkina, campagne 2008

## Bénéfices attendus

- Maîtrise (voire suppression régionale\*) des ravageurs cibles
- Utilisation réduite d'insecticides, diminution de la résistance
- Activité accrue des auxiliaires



## Effet “puits” du coton Bt (Arizona)



Carrière et al. 2003, adapted from PNAS

## Risques

- Evolution de **résistance** aux toxines chez les insectes cibles



- Impacts sur les non cibles  
(ravageurs secondaires, ennemis naturels, etc.)



- Flux de gènes



## Pour le producteur:

- Le gène choisi est-il adapté aux contraintes parasitaires locales ?
- La toxine va-t-elle s'exprimer sous les contraintes abiotiques (stress) locales ?
- Des traitements chimiques seront-ils encore nécessaires ?
- Coexistence avec des cultures « bio » ?
- Quel bilan produit généré / coût de la technologie ?



## Cinq cas de résistance au champ...

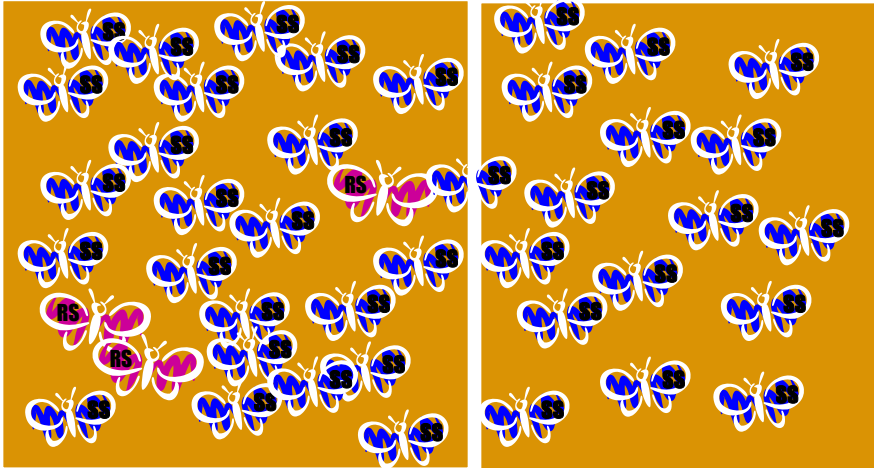
- *Helicoverpa zea*, coton Cry1Ac/Cry2Ab, Etats-Unis, 2003
- *Busseola fusca*, maïs Cry1Ab, Afrique du sud, 2006
- *Spodoptera frugiperda*, maïs Cry1F, Puerto Rico, 2006
- *H. punctigera*, coton Cry1Ac/Cry2Ab, Australie, 2008
- *Pectinophora gossypiella*, coton Cry1Ac, Inde, 2009

Tabashnik *et al.* (2008) *Nature Biotechnology*  
 Tabashnik *et al.* (2009) *Journal of Economic Entomology*  
 Carrière *et al.* (2010) *Evolutionary Applications*  
 Downes *et al.* (2010) *Plos One*  
 Bagla (2010) *Science*



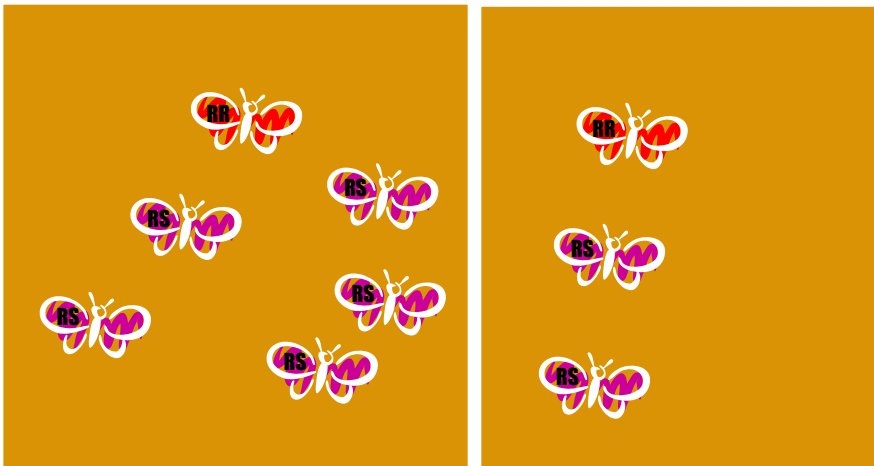
# Evolution de la résistance

Coton Bt



## Cas d'une résistance dite "dominante"

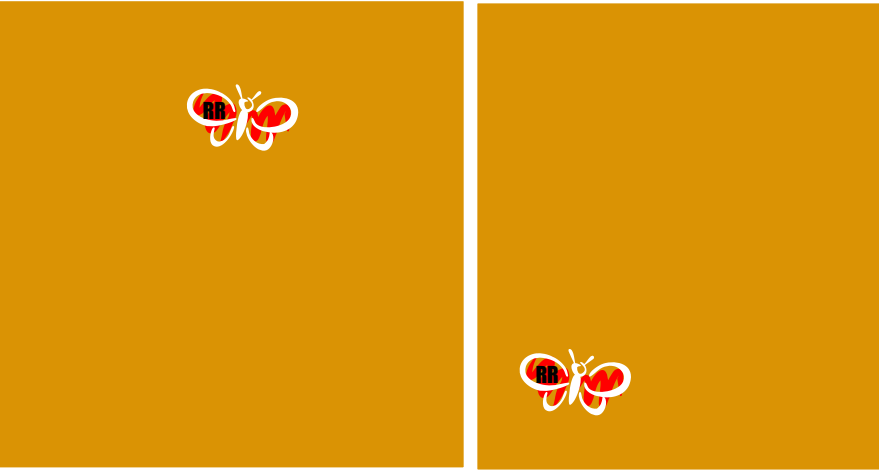
Coton Bt





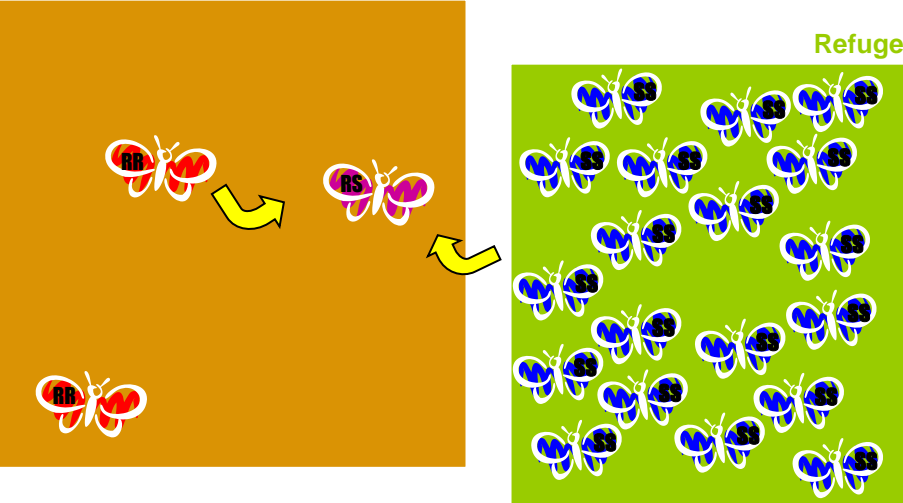
# Cas d'une résistance dite "récessive"

Coton Bt



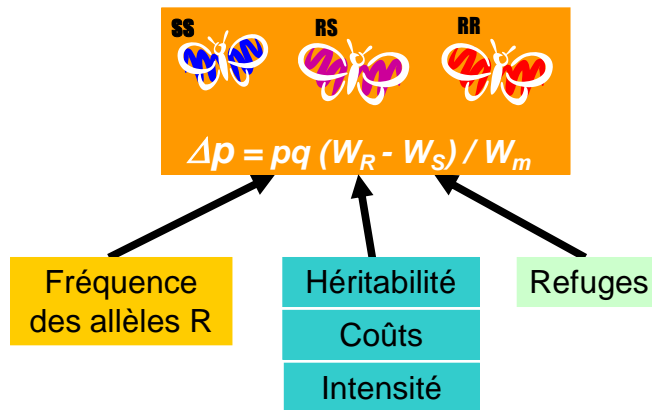
# La stratégie "refuge"

Coton Bt

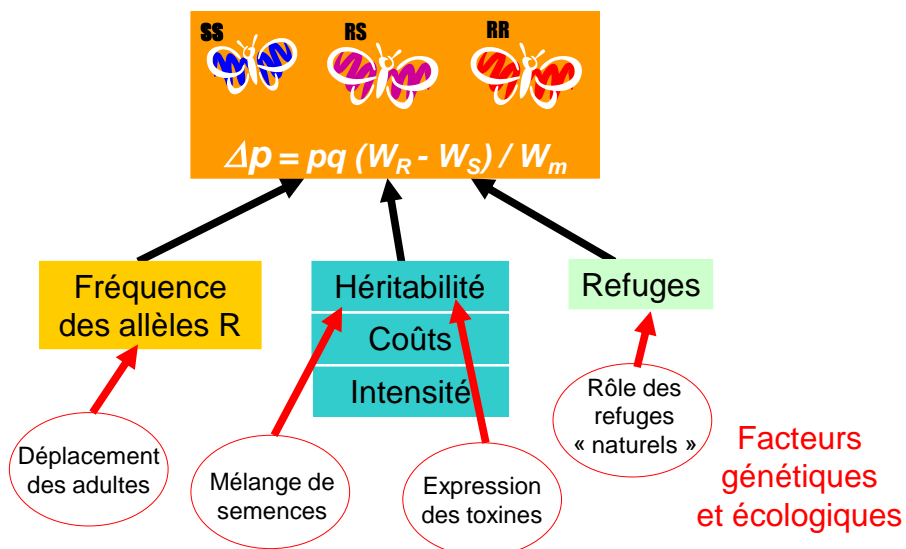




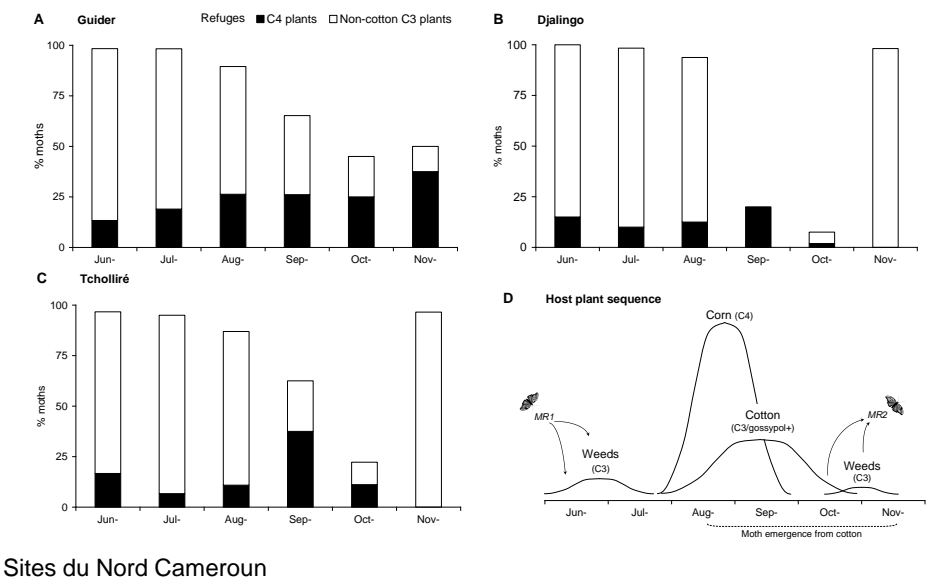
## Modèle d'évolution de la résistance



## Modèle d'évolution de la résistance

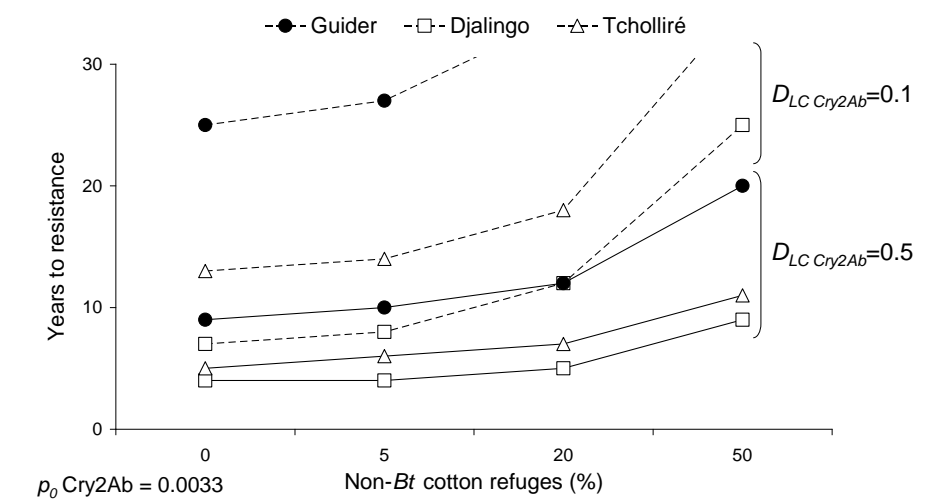


# Les plantes hôtes du paysage servent de refuges « naturels »



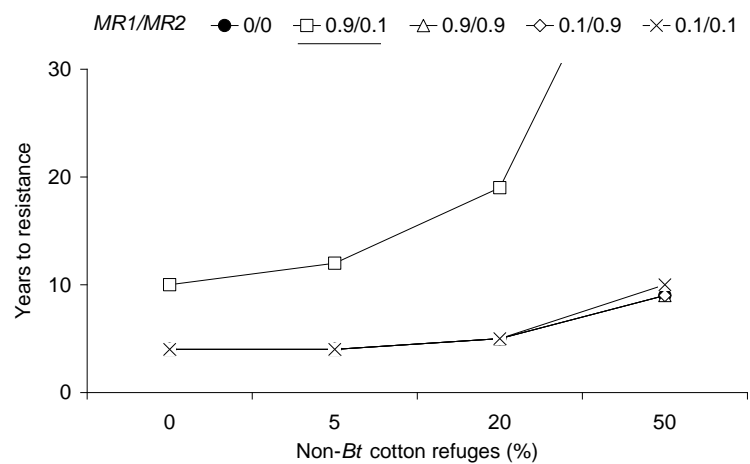
Sites du Nord Cameroun

## mais insuffisamment pour écarter le risque de résistance...

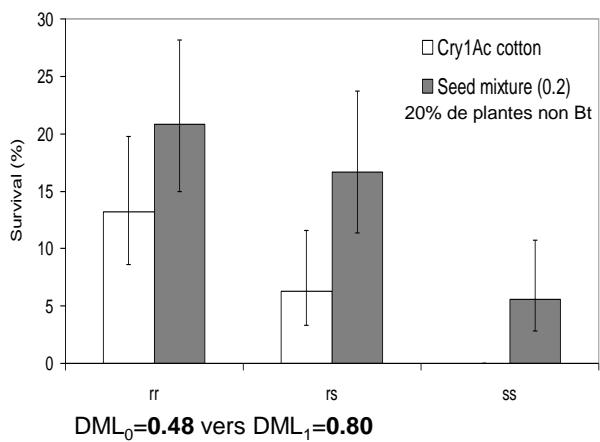


Brévault et al. (soumis) Evolutionary applications

# Un profil de migration asymétrique peut retarder l'évolution de la résistance



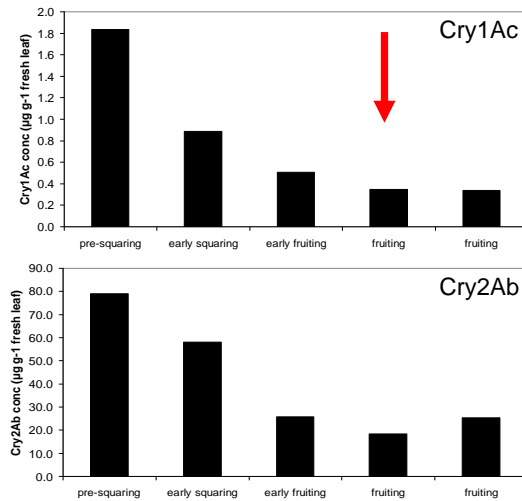
# La présence de plantes non Bt accroît le risque de résistance



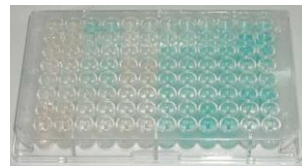
Coton 55-68 JAS

Brévault *et al.* (en prép.) *PNAS*  
Heuberger *et al.* (sous presse) *Environmental Entomology*

## La diminution de l'expression des toxines avec l'âge des plantes accroît le risque de résistance



Bollgard II (DP164B2RF)



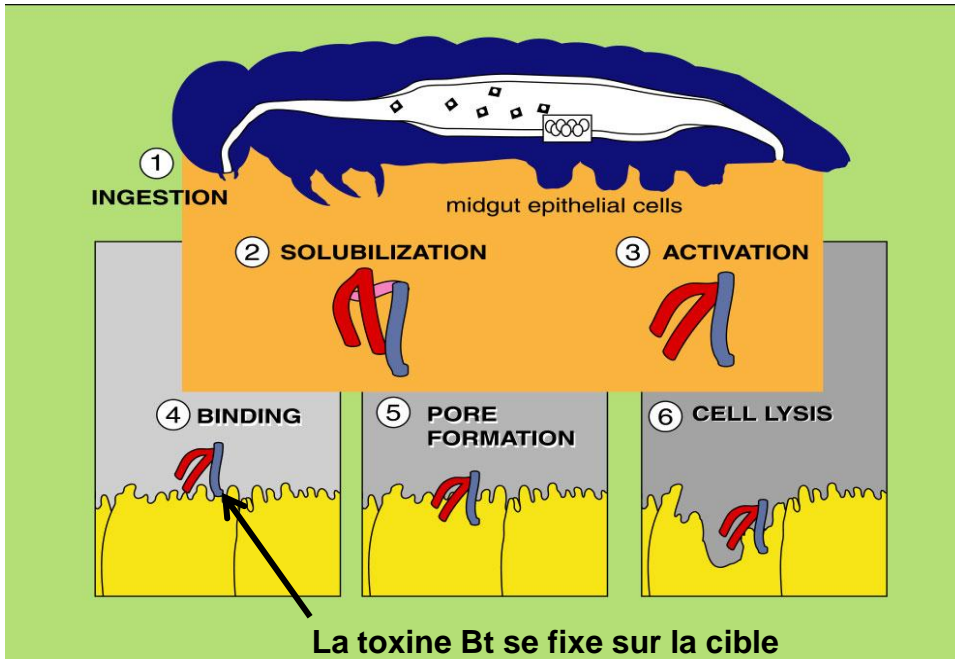
## Manipulation des coûts

- Certains types de refuges
- Certains ennemis naturels (e.g., nématodes, virus)

peuvent augmenter les coûts  
ou les rendre moins récessifs



## Résistance due à une modification de la cadhérine



## Résistance due à une modification de la cadhérine



Ver rose  
(*Pectinophora gossypiella*)



Noctuelle  
(*Heliothis virescens*)

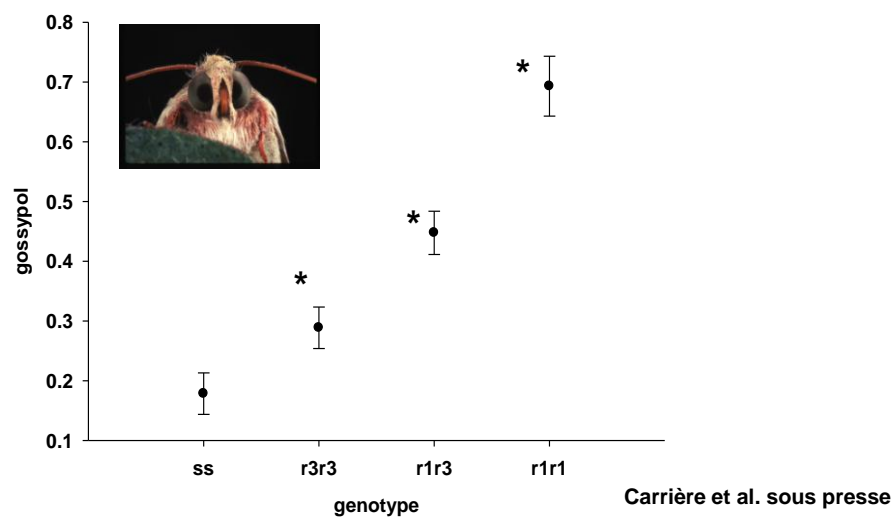


Noctuelle  
(*Helicoverpa armigera*)

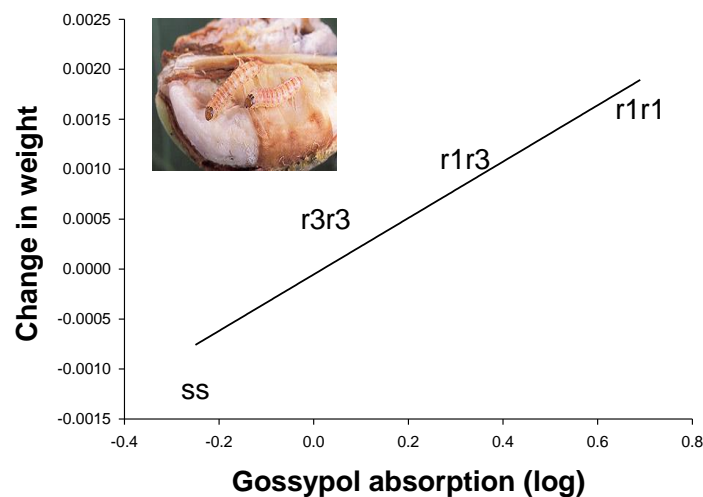
cadhérine: assure l'adhésion entre cellules...

L'augmentation de la perméabilité pourrait affecter la capacité de l'insecte à se défendre contre les composés allélochimiques des plantes (par exemple gossypol du cotonnier)

# Effet d'une modification de la cadhérine sur l'absorption du gossypol

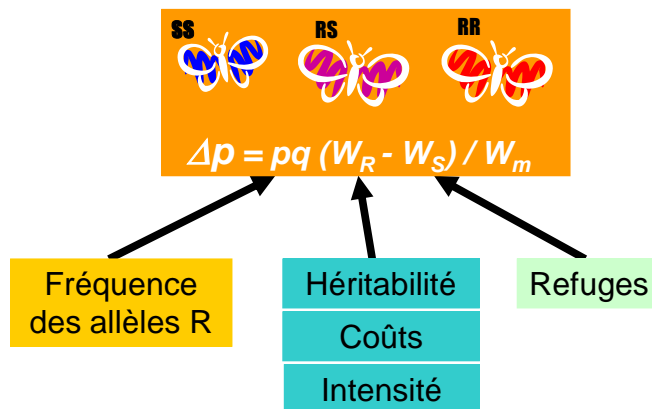


## Effet sur la croissance larvaire



Williams et al., in prep.

## Un besoin de connaissances scientifiques pour accompagner l'essor des cultures Bt



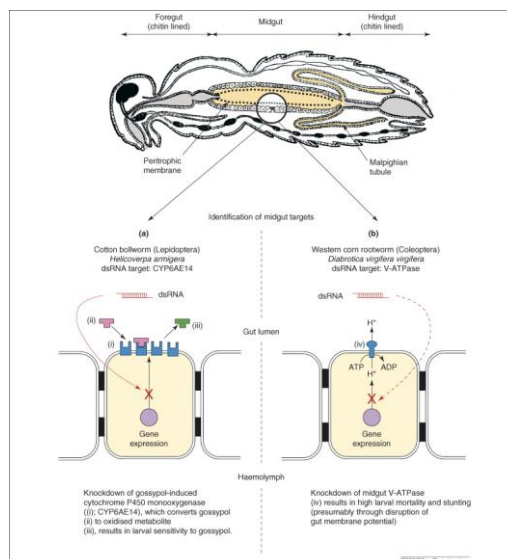
### Options pour retarder l'évolution de la résistance?



Sans oublier l'évaluation des impacts économiques et environnementaux ...

## Vers le développement de nouvelles plantes transgéniques "insect-proof"

- Nouvelles protéines insecticides (Vip3, inhibiteurs de protéases, etc.)
- Toxines Bt modifiées (Cry1Acmod, etc.)
- Gene silencing (RNAi)
- VOCs (composés organiques volatils)
- Gene stacking (empilement)





Merci pour votre attention.

